

ANALISA KINERJA KENDARAAN BERAT PADA TURUNAN RUAS JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN SEMARANG

Swastiko Hendy Aryandhanu, Yuli Adi Setyawan, Epf. Eko Yulipriyono ^{*)}, Wahyudi Kusharjoko ^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Kota Semarang memiliki peran sebagai tempat transit bagi kendaraan berat yang mengangkut logistik untuk beristirahat karena letaknya di pertengahan jalur jalan Pantura Jawa. Jalan Perintis Kemerdekaan yang berlokasi di Semarang Selatan merupakan jalan arteri primer sehingga semua jenis kendaraan dari jalur tengah banyak melintas di jalan tersebut dengan kecepatan cukup tinggi. Kondisi jalan Perintis Kemerdekaan berupa tanjakan dan turunan yang cukup tajam antara 4 % hingga 7,7 % sepanjang 2 kilometer. Pada akhir turunan, truk harus berhenti pada simpang bersinyal Karangrejo. Pengemudi kendaraan berat banyak yang mengalami kesulitan dalam melewati turunan jalan Perintis Kemerdekaan sehingga banyak terjadi kecelakaan akibat kegagalan rem. Studi kasus penelitian ini adalah menganalisis kemampuan kendaraan berat dalam melewati turunan ruas jalan Perintis Kemerdekaan. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu dengan melakukan survei waktu tempuh untuk mendapatkan kecepatan setempat pada tiap-tiap jenis truk dan perubahan kecepatan saat melintasi turunan. Hasil dari analisis tersebut digunakan untuk menghitung laju perlambatan dan jarak pengereman yang dibutuhkan pada masing-masing jenis truk. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlambatan tertinggi yang terjadi pada tiga lokasi penelitian, untuk truk dengan kapasitas mesin 100-130 HP sebesar $2,337 \text{ m/s}^2$. Sedangkan untuk truk dengan kapasitas mesin 190-225 HP perlambatan tertinggi yang terjadi yaitu $2,059 \text{ m/s}^2$. Perlambatan pada kedua jenis truk tersebut masih di bawah perlambatan yang diizinkan yaitu $3,41 \text{ m/s}^2$ sebagai batas maksimum dari kemampuan rem. Jarak pengereman rata-rata yang diperlukan agar truk mampu berhenti pada simpang Karangrejo untuk jenis truk dengan kapasitas mesin 100-130 HP sepanjang 94,884 meter dan untuk truk dengan kapasitas mesin 190-225 HP sepanjang 87,900 meter. Sedangkan jarak eksisting (yang ada) dari garis henti simpang bersinyal hingga titik pengereman awal pada kelandaian akhir sepanjang 250-300 meter.

kata kunci : jalan, turunan, truk, perlambatan, jarak pengereman

ABSTRACT

Semarang city has a role as a place of transit point for heavy vehicles which transport logistics to rest because it is in the middle of the roads Pantura Java. Perintis Kemerdekaan road located in the south of Semarang is artery road primary so that all types of many vehicles from the middle roads passing through the road with high speed.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

The conditions of Perintis Kemerdekaan road in the form of uphill and downhill that sharp enough between 4 % until 7.7 % as long as 2 kilometers. At the end of a downhill, truck must stop on Karangrejo signal intersection. The driver of a heavy vehicles had difficulty in passing downhill of Perintis Kemerdekaan road so many accident happens because the brake failure. Study of this research is analyzing the performance of heavy vehicles passing through on downhill in Perintis Kemerdekaan road. Methods used in research is to do a survey of travel time to get spot speed in each type of the truck and the speed of change when passing through the downhill. The result of the analysis used to calculate the rate of deceleration and braking distance required in each type of truck. The result shows that deceleration the highest occurred for three research locations, for truck with machine capacity 100-130 HP is $2,337 \text{ m/s}^2$. While for truck with machine capacity 190-225 HP, the highest average deceleration happened is $2,059 \text{ m/s}^2$. The deceleration on both kind of truck it is still under the deceleration maximum allowed is $3,41 \text{ m/s}^2$ as the maximum limit of the brake. The braking distance is required so that truck capable of being stopped in Karangrejo intersection, for truck with machine capacity 100-130 HP along 94,884 meters. While for truck with machine capacity 190-225 HP, the braking distance necessary along 87,900 meters. While the distance existing from the line stopping of signal intersection up to a start braking point on the final slope as long as 250-300 meters.

keywords: road, downhill, truck, deceleration, braking distance

PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Tengah khususnya kota Semarang memiliki peran sebagai tempat transit bagi kendaraan berat untuk beristirahat karena letaknya yang berada di tengah-tengah antara provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur. Sehingga kota Semarang perlu menyediakan prasarana jalan yang nyaman dan aman bagi kendaraan berat.

Jalan Perintis Kemerdekaan yang berlokasi di Semarang Selatan merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan ibukota provinsi Jawa Tengah yaitu Semarang dengan provinsi D.I. Yogyakarta. Sehingga berbagai macam jenis kendaraan baik sepeda motor, mobil pribadi serta kendaraan berat banyak melintas di jalan tersebut.

Jika dari arah Ungaran ke Semarang atau dari arah selatan ke utara, jalan mulai menurun di depan Kantor BPK pada KM 15+550 hingga KM 15+400 dengan kemiringan 4,73%, kemudian jalan mulai landai dari KM 15+400 hingga KM 15+100. Jalan kembali menurun dan berangsur-angsur menjadi turunan tajam. Pada KM 14+850 jalan menurun 4,015% sejauh seratus meter, kemudian pada tikungan depan Vihara Budhagaya jalan mengalami kemiringan longitudinal cukup tinggi yaitu 7,736% sejauh seratus meter. Setelah itu jalan kembali landai dari kemiringan 4,88% hingga 1,61% pada KM 14+450 hingga 14+100. Pada KM 14+050 yaitu di depan Balai Diponegoro jalan menurun hingga mencapai turunan tajam dengan kemiringan 7,813% sejauh 350 meter, kemudian jalan kembali datar 3,4% pada KM 13+700 sampai KM 13+625. Lalu jalan kembali menurun cukup tajam dengan kemiringan 6,26% sepanjang KM 13+600 sampai KM 13+475. Kemiringan jalan semakin berkurang sehingga jalan kembali datar pada simpang Karangrejo tepatnya pada KM 13+000.

Kondisi geometri jalan seperti disebutkan di atas sering kali membuat pengendara kendaraan berat mengalami kendala dalam melewati jalan Perintis Kemerdekaan. Jika kendaraan berat melalui jalan menurun yang cukup panjang dengan kemiringan tinggi ditambah dengan beban muatan yang berat, maka kendaraan berat akan sulit melakukan pengereman hingga akhirnya truk akan mengalami kegagalan sistem rem yang berdampak pada kecelakaan.

Dengan latar belakang permasalahan tersebut, maka maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah mengetahui perilaku pengemudi kendaraan berat saat melewati turunan ruas jalan Perintis Kemerdekaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perlambatan yang terjadi oleh berbagai jenis dan kondisi kendaraan berat yang melintas di turunan.
2. Menentukan jarak pengereman yang terjadi atau diperlukan oleh berbagai jenis dan kondisi kendaraan berat yang melintas di turunan.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup masalah dari penelitian ini adalah :

1. Pengumpulan data sekunder dari instansi yang terkait, dalam hal ini data *longitudinal section* dan *cross section* dari PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Divisi Konstruksi IV.
2. Pengumpulan data – data primer dari hasil survei waktu tempuh dan prasarana di lokasi.
3. Analisa kecepatan, perlambatan, dan jarak pengereman untuk berbagai kategori kendaraan berat di turunan ruas jalan Perintis Kemerdekaan.
4. Kategori kendaraan berat yang diteliti sebagai berikut:
 - Truk 100-130 HP yaitu truk bak terbuka bermuatan ataupun tanpa muatan, tangki bermuatan dan box tanpa muatan.
 - Truk 190-225 HP yaitu truk fuso dan trailer.

TINJAUAN PUSTAKA

Gambaran Umum

Analisa Kinerja Kendaraan Berat Pada Turunan Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan Semarang secara umum terdiri dari beberapa aspek, antara lain. perhitungan waktu tempuh, *spot speed*, perlambatan dan jarak pengereman.

Waktu Tempuh

Data waktu tempuh diperoleh dengan cara melakukan pencatatan waktu awal dan waktu akhir dengan jarak ($d = 50$ meter) sehingga diperoleh selisih waktu antara waktu akhir dengan waktu awal yang disebut dengan waktu tempuh. Data waktu tempuh digunakan untuk menghitung kecepatan setempat.

Kecepatan Setempat (*Spot Speed*)

Spot speed merupakan ukuran kecepatan sesaat di lokasi tertentu pada suatu ruas jalan.

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

v = *spot speed* (m/s)

s = jarak ($d = 50$) (meter)

t = waktu tempuh (s)

Perlambatan

Dalam situasi jalan yang menurun, kendaraan melaju dengan perlambatan yang berubah-ubah. Kondisi semacam ini dapat dinyatakan dengan menghubungkan antara kecepatan, perlambatan dan kemiringan jalan.

Perlambatan dapat diartikan sebagai perubahan kecepatan dalam satuan waktu tertentu. Persamaan yang digunakan untuk menentukan perlambatan suatu kendaraan:

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2d} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

d = jarak (m)

v_0 = kecepatan awal (m/s)

v = kecepatan akhir (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

Jarak Pengereman

Jarak pengereman merupakan jarak yang dibutuhkan suatu kendaraan untuk berhenti. Perhitungan jarak pengereman dengan pengaruh kemiringan jalan menurun sesuai AASHTO 2001 sebagai berikut:

$$sf = \frac{v^2 - v_0^2}{30 \left[\left(\frac{a}{32,2} \right) \pm G \right]} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

Sf = jarak pengereman (ft)

v_0 = kecepatan awal (ft/s)

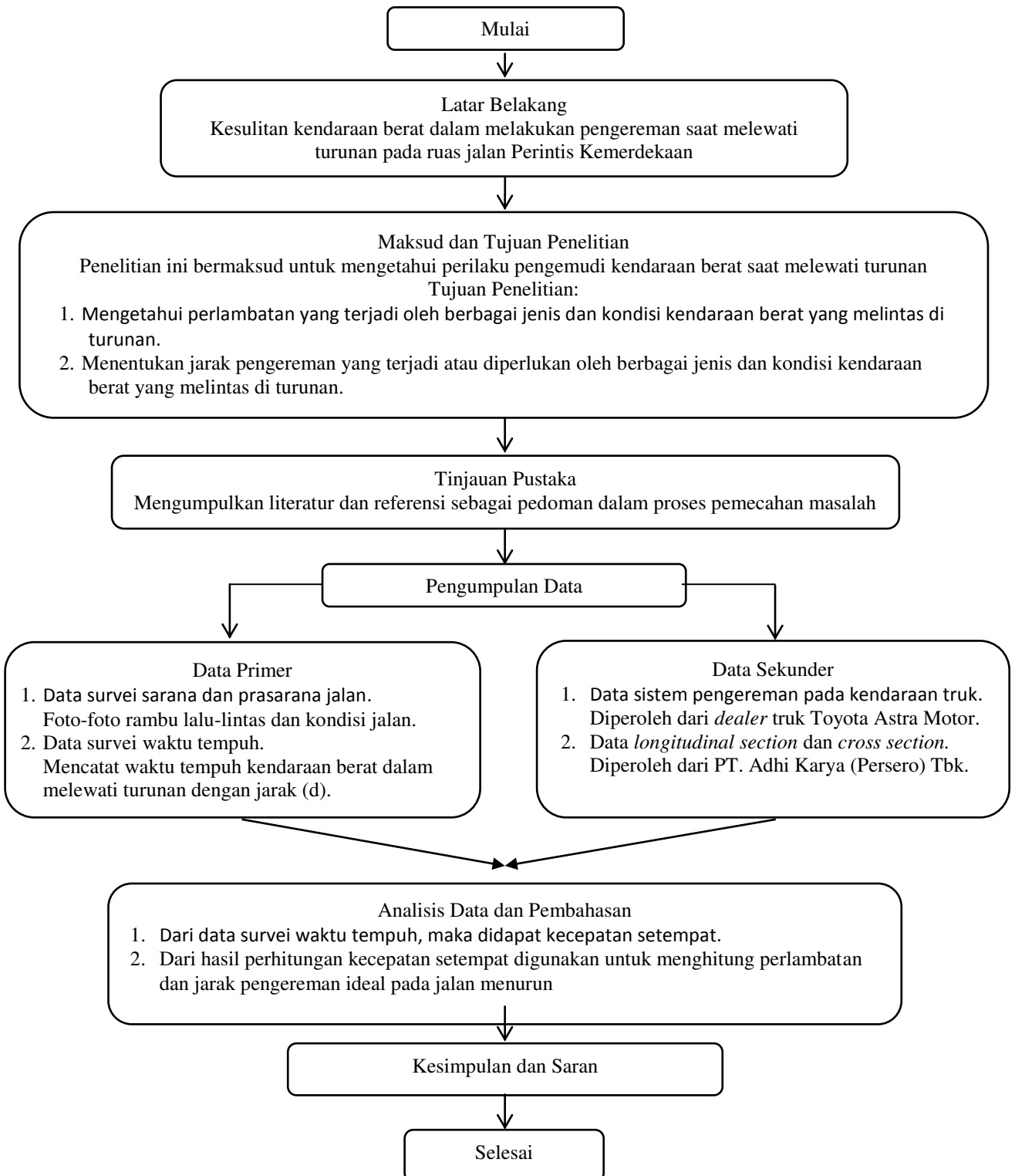
v = kecepatan akhir (ft/s)

a = percepatan (ft/s^2)

G = kemiringan jalan [plus (+) untuk jalan menanjak dan minus (-) untuk jalan menurun]

METODOLOGI

Kerangka pikir penelitian secara menyeluruh penyusunan laporan tugas akhir ini dapat digambarkan dalam suatu diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Pengumpulan Data

Tabel 1. Panjang Pengamatan yang Direkomendasikan untuk Studi *Spot Speed*

Rata-Rata Kecepatan		Panjang Pengamatan (d)	
Mph	Kph	ft	m
Dibawah 25	Dibawah 40	88	25
25-40	40-65	176	50
Diatas 40	Diatas 65	264	75



Gambar 2. Pengamatan Survei *Spot Speed*

Langkah – langkah dalam melakukan pengamatan survei *spot speed*:

- Mempersiapkan peralatan dan *form* survei yang akan digunakan.
- Menentukan titik awal dan titik akhir sepanjang rute perjalanan serta titik – titik yang dianggap menjadi titik kontrol.
- Mengaktifkan *stopwatch* ketika kendaraan melewati titik awal yang ditentukan.
- Pembacaan waktu dan jarak dilakukan pada titik – titik kontrol yang ditentukan untuk mengindikasikan kendaraan tersebut telah melewati.
- Pada saat terjadi tundaan atau kendaraan terpaksa bergerak perlahan, maka dicatat waktu henti menggunakan *stopwatch* kedua, lokasi atau jarak dan sebab tundaannya (kode angka dapat digunakan dalam mengidentifikasi penyebab kemacetan).
- Menonaktifkan *stopwatch* saat mencapai titik akhir rute studi sehingga didapatkan data yang nantinya akan digunakan pada saat analisis data.

ANALISA DATA

Perhitungan Kecepatan Setempat (*Spot Speed*)

Perhitungan kecepatan setempat diperlukan untuk menghitung perlambatan dan jarak pengereman yang dibutuhkan. Data yang diperlukan untuk analisa *spot speed* yaitu data survei waktu tempuh. Contoh perhitungan *spot speed* untuk semua jenis truk pada tiga lokasi pengukuran yaitu

$$v = s : t$$

dimana :

$$v = \text{kecepatan (m/s)}$$

$$s = \text{jarak (m)}$$

t = waktu tempuh (s)

Data untuk perhitungan *spot speed* yaitu :

Diketahui :

s = 50 m

t = 4,859 s

Sehingga perhitungan *spot speed*:

v = $s : t$

= 50m : 4,859 s

= 10,290 m/s

Untuk mendapatkan nilai v dengan satuan km/h yaitu :

v = 10,290 m/s x 3600 : 1000

= 37,045 km/h

Sedangkan nilai v dalam satuan ft/s:

v = 10,290 m/s x 3,28

= 33,752 ft/s

Perhitungan Perlambatan

Data yang diperlukan adalah data kecepatan setempat dan jarak (d). Contoh perhitungan untuk perlambatan kendaraan berat pada jalan menurun sesuai dengan rumus (2) yaitu: dimana:

d = jarak (ft)

v_0 = kecepatan awal (ft/s)

v = kecepatan akhir (ft/s)

a = percepatan (ft/s²)

Data-data yang diperlukan untuk perhitungan perlambatan yaitu:

d = 50 m

v_0 = 10,290 m/s

v = 0 m/s

Sehingga perhitungan perlambatan sesuai dengan rumus (2) yaitu:

$$a = \frac{(0)^2 \text{ m/s} - (10,290)^2 \text{ m/s}}{2 \cdot (50 \text{ m})}$$

$$a = (- 1,058) \text{ m/s}^2$$

Perhitungan Jarak Pengereman

Perhitungan jarak pengereman dengan pengaruh kemiringan jalan menurun sesuai dengan rumus (3):

$$sf = \frac{v^2 - v_0^2}{30 \left[\left(\frac{a}{32,2} \right) \pm G \right]}$$

dimana:

sf = jarak pengereman (ft)

v_0 = kecepatan awal (ft/s)

v = kecepatan akhir (ft/s)

a = percepatan (ft/s²)

G = kemiringan jalan [plus (+) untuk jalan menanjak dan minus (-) untuk jalan menurun]

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan jarak pengereman:

$$v_0 = 33,752 \text{ ft/s}$$

$$v = 0 \text{ ft/s}$$

$$a = (-3,473) \text{ ft/s}^2$$

$$G = (-0,078) \text{ [minus (-) karena jalan menurun]}$$

Sehingga perhitungan jarak pengeremannya:

$$sf = \frac{V^2 - V_0^2}{30 \left[\left(\frac{a}{32,2} \right) \pm G \right]}$$

$$sf = \frac{0^2 \text{ ft/s} - 33,752^2 \text{ ft/s}}{30 \left[\left(\frac{(-3,473)}{32,2} \right) - 0,078 \right]}$$

$$sf = 204,165 \text{ ft}$$

Untuk jarak pengereman (*sf*) dalam satuan meter (m):

$$sf = 204,165 \text{ ft} : 3,28$$

$$sf = 62,245 \text{ m}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Kecepatan, Perlambatan dan Jarak Pengereman STA 14+550 – 14+500

Jenis Truk	v (km/jam)	a (m/s ²)	sf (m)
Truk Kecil Bak Terbuka Bermuatan	30,082	-1,085	48,82
Truk Kecil Bak Terbuka Tanpa Muatan	53,002	-2,062	77,407
Truk Kecil Tangki Bermuatan	39,686	-1,276	65,328
Truk Kecil Box Tanpa Muatan	53,874	-1,951	78,816
Truk Fuso	39,329	-1,218	65,265
Truk Trailer	44,245	-1,616	68,934

Tabel 3. Kecepatan, Perlambatan dan Jarak Pengereman STA 13+850 – 13+800

Jenis Truk	v (km/jam)	a (m/s ²)	sf (m)
Truk Kecil Bak Terbuka Bermuatan	37,672	-1,085	61,62
Truk Kecil Bak Terbuka Tanpa Muatan	46,823	-1,679	71,798
Truk Kecil Tangki Bermuatan	49,052	-1,967	74,217
Truk Kecil Box Tanpa Muatan	53,470	-2,337	77,267
Truk Fuso	40,846	-1,349	66,853
Truk Trailer	50,669	-2,059	75,226

Tabel 4. Kecepatan, Perlambatan dan Jarak Pengereman STA 13+300 – 13+250

Jenis Truk	v (km/jam)	a (m/s ²)	sf (m)
Truk Kecil Bak Terbuka Bermuatan	32,976	-0,801	84,279
Truk Kecil Bak Terbuka Tanpa Muatan	50,042	-1,657	94,607
Truk Kecil Tangki Bermuatan	39,952	-1,273	90,638
Truk Kecil Box Tanpa Muatan	47,044	-1,586	94,884
Truk Fuso	32,102	-0,829	83,965
Truk Trailer	37,862	-1,206	87,900

Pada lokasi penelitian pertama STA 14+550-14+500, truk melaju dengan kecepatan sedang di bawah 55 km/jam. Dengan kecepatan tersebut menandakan bahwa pengemudi truk telah mempersiapkan truk dalam menghadapi turunan yang tajam sejauh 2 kilometer. Saat truk melawati lokasi kedua STA 13+850-13+800 pengemudi truk menambah kecepatan sekitar 8 km/jam dikarenakan pengemudi berusaha mengurangi injakan rem agar sistem rem dapat bekerja optimal dengan memanfaatkan kemiringan jalan tertinggi yaitu 7,813%. Kemudian saat melintasi lokasi penelitian ketiga STA 13+300-13+250 truk harus bersiap menghentikan laju kendaraannya hingga mampu berhenti total pada simpang Karangrejo. Untuk itu pengemudi menurunkan kecepatannya sekitar 10 km/jam.

Karena kecepatan rata-rata yang terjadi pada berbagai jenis truk masih di bawah kecepatan rencana 60 km/jam, maka perlambatan yang terjadi masih di bawah batas perlambatan maksimum yang diizinkan sebesar $3,41 \text{ m/s}^2$ sehingga jarak pengereman rata-rata untuk semua jenis truk di bawah 100 meter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian Tugas Akhir dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlambatan rata-rata tertinggi yang terjadi pada tiga lokasi penelitian, untuk truk 100-130 HP sebesar $2,337 \text{ m/s}^2$. Sedangkan untuk truk 190-225 HP perlambatan rata-rata tertinggi yang terjadi yaitu $2,059 \text{ m/s}^2$. Perlambatan rata-rata pada kedua jenis truk tersebut masih di bawah batas perlambatan maksimal yang diizinkan yaitu $3,41 \text{ m/s}^2$.
2. Jarak pengereman rata-rata yang diperlukan agar truk mampu berhenti pada simpang Karangrejo untuk jenis truk dengan kekuatan 100-130 HP sepanjang 94,884 meter. Sedangkan untuk truk dengan kekuatan 190-225 HP jarak pengereman yang diperlukan sepanjang 87,900 meter.

SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan penelitian, maka saran pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Penambahan *rumble strip* pada STA 13+850 karena pada lokasi ini memiliki landai maksimum tertinggi pada jalan Perintis Kemerdekaan.
2. Untuk memperbesar koefisien gesek ban, maka permukaan jalan yang saat ini berupa perkerasan kaku perlu dilapis dengan aspal.
3. Menebang pohon yang menutupi rambu atau memindah rambu ke lokasi yang mudah dibaca dan dilihat.
4. Penelitian berikutnya diharapkan menambah jumlah objek pengamatan serta memperhitungkan besar beban muatan yang dibawa truk dalam melewati turunan jalan Perintis Kemerdekaan.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Kementrian Perhubungan, www.dephub.go.id.
Garrott, Dr. W. Riley dan Brad Bean, 2011. *Experimental Measurement of The Stopping Performance of A Tractor-Semitrailer From Multiple Speeds*, National High Traffic Safety Administration (NHTSA), Washington D.C.

- Haryono, Sony, Efrin Pinayungan HSB, 2009. *Laporan Tugas Akhir Kajian Landai Maksimum, Panjang Landai Kritis dan Panjang Landai Peralihan Pada Potongan Memanjang Jalan Antar Kota*, Semarang.
- Khisty, C. Jotin dan B. Kent Lall, 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Spesifikasi Standar Untuk Perancangan Geometrik Jalan Luar Kota*, 1997.
- Tata Cara Perancangan Geometrik Jalan Antar Kota*, 1997.